

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет инновационных технологий

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

 С.В. Шидловский

"26" 08 2019 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Технологии получения наночастиц и наноматериалов, нанотехнологии

Направление подготовки  
**27.03.05 Инноватика**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Управление инновациями в наукоёмких технологиях»**

Форма обучения  
**Заочная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Томск – 2019

Программу составил(и)

*Малеткина Татьяна Юрьевна,*  
доцент кафедры управления инновациями  
факультета инновационных технологий,  
кандидат физико-математических наук



\_\_\_\_\_

подпись

Рецензент (ы)

*Левашкин Андрей Гениевич,*  
доцент кафедры управления инновациями  
факультета инновационных технологий,  
кандидат физико-математических наук



\_\_\_\_\_

подпись

Руководитель ООП

*Вусович Ольга Владимировна,*  
доцент кафедры управления инновациями  
факультета инновационных технологий,  
кандидат химических наук



\_\_\_\_\_

подпись

Преподаватели: *Малеткина Татьяна Юрьевна*, доцент кафедры управления инновациями факультета инновационных технологий, кандидат физико-математических наук

Рабочая программа дисциплины является обязательным приложением к основной образовательной программе «Управление инновациями в наукоёмких технологиях» и разработана в соответствии с *Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 27.03.05 Инноватика* (Приказ Министерства образования и науки РФ от 11 августа 2016 г. N 1006).

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета инновационных технологий (УМК ФИТ ТГУ) № 12 от 27.06.2019 года.

### 1. Код и наименование дисциплины

Б1.В.10 Технологии получения наночастиц и наноматериалов, нанотехнологии

### 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Технологии получения наночастиц и наноматериалов, нанотехнологии входит в Вариативную часть учебного плана ООП «Управление инновациями в наукоёмких технологиях» по направлению подготовки 27.03.05 Инноватика и является обязательной для изучения.

### 3. Год/годы и семестр/семестры обучения.

4 курс , летняя сессия.

### 4. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия (если есть).

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у учащихся в результате изучения таких дисциплин, как физика и химия, материаловедение и технологии.

Формируемые в процессе изучения дисциплины компетенции являются основой для изучения дисциплин: Управление исследованиями и разработками.

### 5. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах
<b>Общая трудоемкость</b>	108
<b>Контактная работа:</b>	12
Лекции (Л):	6
Практические занятия (ПЗ)	-
Лабораторные работы (Лаб)	6
<b>Самостоятельная работа обучающегося</b>	96
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	
<b>Вид промежуточно аттестации</b>	<b>зачет</b>

### 6. Формат обучения

Очный, с применением электронного обучения в системе «Электронный университет – MOODLE» <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=19794>

**7. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**  
(Соответствующая карта компетенций во вложенном файле).

<b>Формируемые компетенции</b> <i>(код компетенции, уровень (этап) освоения)</i>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине</b>
<p><b>ПК-8</b> Способность применять конвергентные и мультидисциплинарные знания, современные методы исследования и моделирования проекта с использованием вычислительной техники и соответствующих программных комплексов</p>	<p><i>Знать:</i> структуру и свойства наноматериалов, известные технологии получения различных видов наноматериалов, методические подходы, преимущества и ограничения применения наноматериалов, основные направления развития нанотехнологий и nanoиндустрии; <i>З (ПК-8)</i></p> <p><i>Уметь:</i> классифицировать наноматериалы геометрической размерности, функциональному назначению и природе; устанавливать зависимость между составом, строением и свойствами наноматериалов, формулировать научно-техническую проблему, осуществлять сбор, обработку и анализ научно-технической информации по изучаемой дисциплине; <i>У(ПК-8)</i></p> <p><i>Владеть:</i> навыками работы с электронными ресурсами для сбора и анализа междисциплинарных знаний, методами подготовки данных для составления отчетов, докладов о научно-исследовательской работе в области наноматериалов и нанотехнологий <i>В (ПК-8)</i></p>

## 8. Содержание дисциплины и структура учебных видов деятельности

### 8.1. Общая структура дисциплины учебных видов деятельности

№ п/п	Наименование разделов и (или) тем	Всего (час.)	Л (час)	ПЗ (час)	Лаб (час)	СРС (час.)
1.	Тема 1. Введение в мир наноматериалов и нанотехнологий		0,75		0,75	12

2.	Тема 2. Наноматериалы, их классификации и свойства		0,75		0,75	12
3.	Тема 3. Объемные наноматериалы (3D) и технологии их получения		0,75		0,75	12
4.	Тема 4. 0D наноматериалы и технологии их получения		0,75		0,75	12
5.	Тема 5. 1D наноматериалы и технологии их получения		0,75		0,75	12
6.	Тема 6. 2D наноматериалы и технологии их получения		0,75		0,75	12
7.	Тема 7. Основные методы исследования, способы диагностики нанобъектов.		0,75		0,75	12
8.	Тема 8. Наноиндустрия. Нормативная документация. Наноэкология.		0,75		0,75	12
	<b>Зачёт</b>	<b>0,25</b>				
	<b>Итого:</b>	<b>108</b>	<b>6</b>		<b>6</b>	<b>96</b>

## 8.2. Содержание дисциплины

### *Тема 1. Введение в мир наноматериалов и нанотехнологий*

История возникновения нанонауки и нанотехнологий. Основные понятия и определения. Междисциплинарность Перспективы развития нанотехнологий.

### *Тема 2. Наноматериалы и их классификация*

Подходы к классификации нанобъектов. Классификация по геометрической размерности: 0D (нуль-), 1D-, 2D-, 3D – материалы. Фрактальные нанобъекты.

### *Тема 3. Объемные наноматериалы (3D) и технологии их получения*

Объемные металлические наноматериалы, их свойства, структура и технологии ее получения. Нанокерамика. Технологии получения структуры и свойств. Композиционные наноматериалы и технологии их получения.

### *Тема 4. 0D наноматериалы и технологии их получения*

Порошок, кластеры, квантовые точки. Особенности структуры и свойств. Квантово-размерный эффект. Основные принципы использования нанотехнологий. Подходы к формированию нанобъектов «сверху – вниз» и «снизу – вверх». Методы синтеза нанокристаллических порошков, кластеров и квантовых точек. Наноиндустрия 0D наноматериалов.

### *Тема 5. 1D наноматериалы и технологии их получения*

Вискеры, нанонити, нанотрубки. Особенности структуры и свойств. Методы синтеза и области применения 1D наноматериалов. Углеродные трубки. Наноиндустрия 1D материалов.

### *Тема 6. 2D наноматериалы и технологии их получения*

Нанопленки, покрытия, гетероструктуры. Графен. Туннельный эффект. Структура и свойства 2D материалов. Самоочищающиеся покрытия на основе фотоэффекта и эффекта лотоса. Технологии получения 2D нанобъектов, области применения и перспективы наноиндустрии.

### *Тема 7. Основные методы исследования, способы диагностики нанобъектов.*

Классификация методов исследования наноматериалов. Основные методы

исследования и диагностики нанообъектов и наноструктур: определение механических и физических свойств, оптическая спектроскопия, электронная и атомно-силовая микроскопия, физико-химический анализ. Проблемы диагностики и применения наноматериалов и нанотехнологий.

*Тема 8. Наноиндустрия, Нормативная документация. Наноэкология.*

Государственные стандарты на наноматериалы и нанотехнологии, методы исследования и диагностики на наноматериалы и нанопродукцию. Состояние наноиндустрии в России и мире. Наноэкология

## **9. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Учебно-методическое обеспечение по дисциплине включает:

- комплект презентаций
- конспекты лекций, написанные обучающимся
- учебную (основную и дополнительную) литературу
- методические указания по освоению дисциплины
- методические рекомендации по выполнению практических работ
- рабочая тетрадь для записи лекций, практических занятий;
- комплект оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся;
- критерии оценки знаний, умений, навыков, практического опыта по всем видам контроля знаний у обучающихся.

### **9.1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Программа дисциплины предусматривает контактную работу (аудиторная, внеаудиторная) и самостоятельную работу обучающихся.

Аудиторная контактная работа обучающихся – это работа обучающихся по освоению дисциплины, выполняемая в учебных помещениях НИ ТГУ (аудиториях, лабораториях, компьютерных классах и т.п.) при непосредственном участии преподавателя, в том числе с применением дистанционных образовательных технологий, согласно расписанию учебных занятий и экзаменационной сессии.

По дисциплине предусмотрены следующие основные виды аудиторной контактной работы: лекции, практические и лабораторные занятия. К аудиторной контактной работе также относится контактная работа во время аттестации (Кратт), в которую входит консультация перед экзаменом, сдача экзамена.

Внеаудиторная контактная работа - контактная работа в период теоретического обучения (Крто), в которую входят групповые и/или индивидуальные консультации обучающихся во время теоретического обучения, сдача зачета.

Изучать курс рекомендуется в соответствии с той последовательностью, которая обозначена в рабочей программе. Все темы взаимосвязаны и позволяют студентам постепенно осваивать теорию и практику.

#### **Лекции**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана. На лекциях излагается основной теоретический материал курса.

На первой лекции лектор предупреждает студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс. Лекции проходят в очном формате и с применением дистанционных образовательных технологий посредством технологии организации онлайн-встреч (вебинаров) и совместной работы в режиме реального времени через Интернет в электронном университете «Moodle».

### **Практические занятия**

Практические занятия предусматривают закрепление основных теоретических вопросов данной дисциплины и формирование умений и навыков, необходимых для анализа и интерпретации различного рода информации. Задания подобраны так, чтобы охватить как можно больше вопросов, что способствует более глубокому усвоению пройденного материала. Особое внимание уделяется практической направленности предлагаемых задач, развитию и совершенствованию способностей представлять результаты своей работы, логически аргументированно обосновывать свою позицию.

### **Самостоятельная работа**

Учебный процесс в высшем учебном заведении в значительной степени строится на самостоятельной работе студентов, без которой трудно в полной мере овладеть сложным программным материалом и научиться в дальнейшем постоянно совершенствовать приобретенные знания и умения.

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС) и материально-технических ресурсов НИ ТГУ. ЭИОС университета для выполнения самостоятельной работы студента включает: электронный университет «MOODLE», сайт научной библиотеки ТГУ.

Выполнение самостоятельной работы студентом усиливает мотивацию к аудиторной и внеаудиторной активности, что обеспечивает необходимый уровень знаний по изучаемой дисциплине и позволяет повысить готовность студентов к аттестации по дисциплине.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на

учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию в часы аудиторной работы. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия и предполагает:

- изучение лекций и качественную подготовку ко всем видам учебных занятий;
- изучение основной и дополнительной литературы по предмету, использование ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет;
- выполнение индивидуальных заданий по курсу;
- подготовку отчетов по лабораторным и практическим работам;
- подготовку к текущему контролю и промежуточной аттестации.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов проходит в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к важному средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просмотреть основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнить задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- выполнить индивидуальные задания по указанию преподавателя.

Правила самостоятельной работы с литературой: при работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил. Правильный подбор литературы рекомендуется преподавателем и приводится в п.11.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая в тетради все выкладки и тезисы (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода). Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект. Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые понятия и положения. Такой лист помогает запомнить основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента.

Различают два вида чтения: первичное и вторичное. Первичное - это внимательное, неторопливое чтение, при котором можно остановиться на трудных местах. После него не должно остаться ни одного непонятого слова. Содержание не всегда может быть понятно после первичного чтения. Задача вторичного чтения - полное усвоение смысла прочитанного в целом (по счету это чтение может быть и не вторым, а третьим или четвертым). Самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное



теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования у себя теоретических знаний и практических навыков.

Если во время выполнения обучающимися внеаудиторной самостоятельной работы у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю за консультацией для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. Групповые и(или) индивидуальные консультации проводятся по расписанию. Расписание консультаций можно уточнить у преподавателя либо на кафедре, а также в электронном курсе в «Moodle».

В процессе изучения дисциплины предусмотрены несколько форм контроля. Оценка знаний, умений и навыков деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций по дисциплине, проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

*Текущий контроль* проводится в течение семестра с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний, формирования умений и навыков, своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по ее корректировке, а также для совершенствования методики обучения, организации учебной работы.

Текущий контроль включает в себя выполнение в следующих пунктах:

- тестовые задания по всем темам,
- посещаемость,
- практические работы,
- контроль самостоятельной работы.

*Методические рекомендации по выполнению всех форм текущего контроля* представлены в Фонде оценочных средств.

При подготовке к зачёту вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. Владеть навыками, полученными на практических занятиях.

## **10. Форма промежуточной аттестации и фонд оценочных средств**

Форма промежуточной аттестации: зачёт.

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений создан фонд оценочных средств по дисциплине, включающий оценочные и методические материалы, позволяющие оценивать знания, умения, навыки и уровень приобретенных компетенций.

Типовые контрольные задания, используемые для оценки результатов обучения и характеризующие этапы формирования соответствующих компетенций, представлены в Фонде оценочных средств.

Карты компетенций и критерии оценивания представлены в Фонде оценочных средств.

## **11. Ресурсное обеспечение**

### **11.1 Литература и учебно-методическое обеспечение**

1. Технологии получения наночастиц и наноматериалов, нанотехнологии: электронное учебное пособие / соавтор Т.Ю. Малеткина, Томский гос. ун-т, обновл. В 2022 г, URL: <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=19794>

2. Наноматериалы и нанотехнологии : учебник для вузов / Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова, О. Ю. Ганзуленко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 372 с. — ISBN 978-5-8114-9299-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/189483> (дата обращения: 05.02.2022).

#### **Дополнительная литература:**

1. Наноматериалы: свойства и перспективные приложения / [А. Б. Ярославцев, В. К. Иванов, П. П. Федоров и др.] ; отв. ред. А. Б. Ярославцев; Москва : Научный мир , 2015, 455 с.
2. Нанотехнологии : путеводитель /Л. Уильямс, У. Адамс ; [пер. с англ. Ю. Г. Гордиенко]Уильямс, Линда; Москва : Эксмо , 2010, 363 с.
3. Хартманн У. Очарование нанотехнологии / пер. с нем. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 173 с.

### **11.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет, в т.ч. информационные справочные системы**

#### **Интернет-ресурсы**

- 1 [www.rusnano.com](http://www.rusnano.com) ОАО «РОСНАНО» – флагман российских нанотехнологий
2. [www.nanometr.ru](http://www.nanometr.ru) Интернет-журнал «Нанометр» – маяк российской наноауки
3. [www.portalnano.ru](http://www.portalnano.ru) Федеральный интернет-портал «Нанотехнологии и наноматериалы»
4. [www.nanonewsnet.ru](http://www.nanonewsnet.ru) Информационно-аналитический портал в области nanoиндустрии
5. [www.rusnanonet.ru](http://www.rusnanonet.ru) Информационно-аналитический портал российской национальной нанотехнологической сети
6. [www.nanojournal.ru](http://www.nanojournal.ru) Российский электронный наножурнал

#### **Базы данных и информационно-справочные системы**

- ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/>.
- ЭБС «Консультант студента» <https://www.studentlibrary.ru/>.
- ЭБС «Юрайт» <https://urait.ru/>.
- ЭБС ZNANIUM.com <https://znanium.com/>.

### **11.3 Описание материально-технической базы**

Образовательный процесс по дисциплине обеспечивается в специальных помещениях:

учебные аудитории для проведения учебных занятий всех видов; групповых и индивидуальных консультаций; проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;

помещения для самостоятельной работы;

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью (рабочее место преподавателя, комплекты учебной мебели для обучающихся, маркерная доска и (или) доска флипчарт), оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

### **Оборудование и технические средства обучения**

Для проведения лекционных занятий и семинаров по дисциплине необходима аудитория, оборудованная мультимедийным оборудованием и доступ в Интернет.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечивающие доступ к электронной образовательной среде НИ ТГУ.

### **Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

Для проведения лекционных и практических занятий необходимо лицензионное обеспечение: ОС Windows 10 Pro, Microsoft Office стандартный 2010, Dr. Web Desktop Security Suite, браузер последней версии.

**12. Язык преподавания – русский.**